



ANÁLISE ACÚSTICA DE CONTRAPISO COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS DE PNEUS

Antonio Furlanetto Neto (1), Luiz César de Castro (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)antonio.furlanetto@hotmail.com(2)castro@unesc.net

RESUMO

A presente análise acústica de contrapisos com adição de resíduos de pneus na argamassa do contrapiso aborda uma análise na atenuação do ruído de impacto entre pavimentos. Más com objetivo de amenizar dois problemas, menor quantidade de resíduos de pneus no ambiente e melhor nível de controle ao ruído de impacto, foram moldadas quatro amostras com a modificação dos materiais que compõem o contrapiso, adicionando resíduos de pneus na argamassa com traço 1; 6 a uma fração de: 10%, 30% e 50% em substituição da areia, e uma com material usual nas obras 1:6 (cimento, areia). As dimensões das amostras são de: 60 cm x 60 cm x 5 cm, a amostra usual serviu de efeito comparativo com as demais. As metodologias especificadas nas normas internacionais ISO 140/ VI e ISO 717-2 que permitiu fazer a medição do comportamento acústico das amostras quando submetido ao impacto, e atendendo especificações da norma ABNT NBR 15575-3 de 2008, com intuito principal de avaliação do comportamento quanto ao ganho ou perda de (dB) das amostras uma vez que o objetivo do mesmo foi de efeito comparativo das amostras modificadas com a usual. Após repetição de seis ensaios para cada amostra, o melhor desempenho foi da amostra com 50% de adição de resíduos de pneus que foi superior a usual em 2,2dB, a que possuía uma fração 30% de resíduos de pneus com um ganho de 0,7dB em relação a amostra usual, e por ultimo ficando a de 10% de residuos de pneus que não obteve desempenho. A pesquisa mostra a importância tanto pelo uso de material sem valor comercial como pneus inservíveis que agride a natureza, triturando e utilizando na construção civil, e contribuindo com um menor consumo de areia que é um recurso natural.

Palavras-chave: *Isolamento acústico, Ruído de impacto, Resíduos de pneus, Contrapiso.*

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo do isolamento acústico é em função do ruído de impacto gerado entre pavimentos, tendo em vista que a indústria da construção civil no intuito de obter um maior lucro final vem nos últimos tempos edificando principalmente obras verticais, gigantescas com pouca qualidade nas lajes e acabamento das mesmas aumentando assim a passagem do ruído gerado por impacto.

E, portando trazendo insatisfação ao cliente pelo fato de muitas vezes ultrapassar o limite do conforto ambiental tolerado.

Geralmente é somente após a entrega da obra que o item do conforto acústico passa ser analisado pelo usuário e logo percebe que não foi dada a devida importância ao conforto acústico durante o projeto e execução da obra.

O propósito deste trabalho é também o uso de resíduos de pneus descartado que acarreta sérios problemas para o meio ambiente, são resíduos de difícil eliminação, não são biodegradáveis e seu volume torna o transporte e estocagem desordenada e um tanto complicada, sendo que estes depósitos desordenados fazem parte do visual em muitas cidades do Brasil.

A presente pesquisa está modificando a argamassa do contrapiso sobre as lajes nas edificações, utilizando na mistura resíduos de pneus como parte do agregado miúdo para efeito de pesquisa.

Dentro dessa perspectiva torna-se necessário desenvolver metodologias de fácil implantação do contrapiso não flutuante com resultados práticos, atendendo as necessidades das empresas construtoras.

De acordo com Souza (2000), o ruído de impacto aumenta a duração dos estágios superficiais do sono, quase inúteis, enquanto o tempo total de sono, e os estágios necessários para o descanso, são reduzidos drasticamente. O despertar costuma ocorrer mais devido a picos de ruído de impacto, de 8 a 19 dB (A) sobre o nível de fundo, ou seja, em um edifício moderno com apartamentos com lajes relativamente esbeltas, e com grande área, um simples caminhar num apartamento durante a noite pode virar uma tragédia para o descanso do vizinho de baixo.

Ainda conforme Souza (2000) Um dos maiores índices de reclamações devido a transmissão de ruído de impacto através de lajes advêm do ruído do tipo impulsivo, resultante do caminhar, ou queda de objetos, sobre as lajes, principalmente no período noturno.

O conceito de "lajes zero" na construção civil implica em lajes cada vez mais finas e consequentemente, com propriedades acústicas sofríveis vindo na contramão do grau de exigência de conforto acústico que prevê um CTSA (Classe de Transmissão de Som Aéreo) e CTSI (Classe de Transmissão de som de Impacto) e pelo menos 50 dB para pisos entre unidades superpostas (KISS, 1999 p.30).

Conforme a NBR 15575-3 (2008 p.12): O piso do edifício habitacional é o elemento responsável por proporcionar isolamento acústico, em função do uso, quer entre unidades distintas, quer entre dependências de uma mesma unidade. O isolamento acústico refere-se a capacidade de certos materiais formarem uma barreira, impedindo que a onda sonora (ou ruído) passe de um recinto a outro. Nestes casos se deseja impedir que o ruído alcance o homem. Normalmente são utilizados materiais densos (pesados) como por ex: concreto, vidro, chumbo, etc. Contrariamente aos materiais de isolamento acústico, estes são materiais leves (baixa densidade), fibrosos ou de poros abertos, como por ex: espumas poliéster de células abertas, fibras cerâmicas e de vidro, tecidos, carpetes, etc.

1.1 RESÍDUOS DE PNEUS

Conforme Monteiro et al (2001, p.31), são muitos os problemas ambientais gerados pela destinação inadequada dos pneus. Se deixados em ambiente aberto, sujeito as chuvas, os pneus acumulam água, servindo como local para a proliferação de mosquitos, são locais propícios para o desenvolvimento de larvas de mosquito. O uso destes pneus vem aumentando gradativamente, porém é muito pouco com o volume de estocagem existente. No que se refere a reutilização do pneu como agregado do concreto e argamassa pode e até deve assumir um papel importante na preservação do meio ambiente, pois, além de diminuir a extração de recursos naturais, como a areia e a brita, também pode diminuir o acúmulo desses resíduos de pneus nas áreas urbanas.

Segundo Alves e Cruz (2007), um pneu novo de um automóvel de passeio pesa cerca de 10 kg, sendo constituído de 85% de borracha, quando este se torna inservível o peso da borracha que o constitui passa a ser de aproximadamente 7,5 kg. Com esses dados, estima-se que para cada metro cúbico de concreto borracha utilizado serão retirados aproximadamente 6 pneus inservíveis do meio ambiente. O uso de resíduos de pneus em concreto e argamassa tem demonstrado muita eficácia em estudos nos últimos anos.

De acordo com Silva et al (2007), o concreto é o material mais consumido na fabricação de calçadas e nem sempre satisfaz as características exigidas no projeto.

Em trabalho de pesquisa recente no laboratório do IPAT, UNESC, Nilomar Zavarize (2008 p.93), através de uma análise geral dos resultados e estudos de adições de fibras de borracha em concreto, concluiu que é viável a substituição de 10% de agregado miúdo por borracha proveniente da recauchutagem de pneus.

Uma forma de melhorar certas características como durabilidade e elasticidade do concreto, a adição de fibras tem se mostrado promissora em pesquisas que visam à viabilidade da utilização dos pneus inservíveis na composição de concreto para construção das calçadas de borracha.

Quanto ao conforto acústico, Paz e Santos (2002) avaliaram o uso do resíduo de pneu assim como a casca de arroz em duas espessuras 15 e 25 mm, aplicado sob piso flutuante no isolamento do ruído de impacto. Observou-se uma redução de 15 a 20 dB, em dois tipos de revestimento de piso madeira e cerâmica, com relação à amostra de referência.

1.2 PNEUS INSERVÍVEIS EM CRICIÚMA-SC

O Decreto SG/nº 475/10, de 07 de julho de 2010. Institui diretriz que regulam o funcionamento do ECOPONTO para recepção de pneus inservíveis para pequenos geradores, um pneu novo roda em torno de 50 mil quilômetros, depois pode ser recapado (apenas uma vez), o que fará com que ele possa rodar por mais algum tempo. Após esse ciclo, ele torna-se definitivamente inservível e deve ser encaminhado ao Ecoponto.

Conforme trabalho de pesquisadores da UNESC (2010), que elaboraram o trabalho de Inventário das fontes geradoras de pneus inservíveis de Criciúma-SC, e apresentado no VII Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Foi elaborado entrevista em cada local da região que possuía pneus inservíveis, legal e ilegal e, foi possível chegar a uma estimativa mensal conforme tabela 1 e depósitos de pneus inservíveis da ECOPONTO, na figura 1.

Tabela 1 - Número de pneus gerados por empreendimentos

Empreendimentos	Número de pneus / mês
Borracharias	3715
Consertos de bicicletas	45

Balanceamento e geometria	150
Mecânica de motos	40
Recauchutadora	260
Revendedora	2597
TOTAL	6807

Fonte - Inventário das Fontes Geradoras de Pneus de Criciúma-SC-VII Simpósio Internacional

Figura 1 - Eco ponto de Criciúma – SC.



Fonte – Eco ponto

1.3 ENSAIOS ALTERNATIVOS

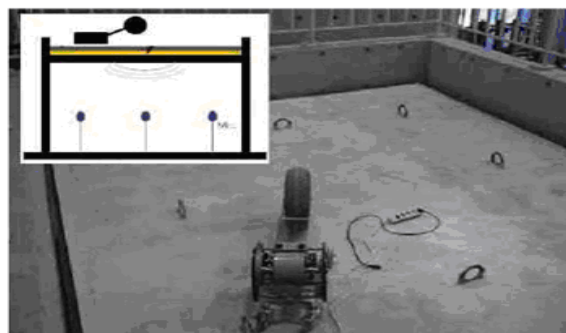
Em estudos com instrumentos alternativos para o ensaio do isolamento de ruído de impacto foi usado bola de areia conforme (fig. 2 de SHI et al., 1996), e martelos em pneus (fig.3 de KIM et al., 2009), esfera de aço vem sendo realizada. Cabe ressaltar a necessidade de normalização do equipamento junto a empresas de calibração para possibilitar a repetibilidade dos ensaios e confiabilidade nos dados obtidos.

Figura 2 - Bola de areia



Fonte – (SHI et al: 1996), Carvalho 2009

Figura 3- Martelo em pneu



Fonte – (KIM et al: 2009)

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos nesta pesquisa, adotou-se a seguinte metodologia:

- **Revisão bibliográfica:** nesta etapa coletou-se o máximo de informações, acerca dos trabalhos de TCC e Teses de mestrado, assim como as normas internacionais ISO 140/VI, ISO 717-2, NBR 15.575-3 de 2008 e NBR 10151 de 2000, como também acervos da biblioteca Central, e os recursos existentes e disponibilizados pelo LabCons e laboratório do IPAT da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC e acesso a internet.
- Após a revisão acima foi determinado a quantidade de amostras de contrapiso a ser elaboradas, sendo uma de traço (1;6) usualmente utilizado na construção civil, e três com adição de resíduos de pneus provenientes de raspagem de pneus recauchutados substituindo o agregado miúdo na fração de 10%, 30% e 50%.

2.1 RELAÇÕES DE MATERIAIS UTILIZADOS NA CONFECÇÃO DE AMOSTRAS

- **Resíduos de pneus** - Adquirida de Recauchutagem, oriunda de raspagem de pneus inservíveis para posterior recapagem, conforme figura 4.
- **Piso cerâmico** - Cerâmica classe A esmaltada cor branca, com dimensões 307,5mm x 307,5mm x 5mm marca Piso Forte, peso por unidade 1,31 kg, conforme figura 5.

Figura 4 – Resíduos de pneus



Figura 5 – Piso cerâmico



Fonte: Antonio Furlanetto Neto 2011.

Fonte: Antonio Furlanetto Neto 2011.

UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense - Ano 2011/02

- **Cimento** - Foi utilizado o cimento CII-Z 32, para confecção das amostras.
- **Agregado miúdo natural** - Areia lavada grossa usual em argamassa de contrapiso.
- **Argamassa colante** - Argamassa colante tipo AC1 SUPERKOR uso interno para o assentamento cerâmico, conforme figura 6.

Figura 6 – Argamassa colante



Fonte: Antonio Furlanetto Neto 2011.

2.2 CONFECÇÃO E TIPOS DE AMOSTRA

- **Contrapiso usual (A1)** – Uma amostra de contrapiso usual de referência com dimensões 60 X 60 X 5 cm, com traço 1; 6 (cimento, agregado miúdo), fator água 0,50, com forração de piso cerâmico.
- **Contrapiso modificado (A2)** – Contrapiso modificado com dimensões 60 X 60 X 5 cm, com traço 1; 5,4; 0,6 (Cimento, agregado miúdo 90% resíduo de pneu **10%**), fator água 0,50, com forração de piso cerâmico.
- **Contrapiso modificado (A3)** – Contrapiso modificado com dimensões 60 X 60 X 5 cm, com traço 1; 4,2; 1,8 (Cimento, agregado miúdo 70% resíduo de pneu **30%**), fator água 0,50, com forração de piso cerâmico.
- **Contrapiso modificado (A4)** – Contrapiso modificado com dimensões 60 X 60 X 5 cm, com traço 1; 2,5; 2,5 (Cimento, agregado miúdo 50% resíduo de pneu **50%**), fator água 0,50 com forração de piso cerâmico.

Os componentes do traço de cada amostra estão na Tabela 2.

Tabela 2 – Traços adotados para argamassa de cada amostra 30 litros.

Materiais	Traços 1: 6			
	Usual Amostra (A1)	10%Resíduo de pneu Amostra (A2)	30% Resíduo de pneu Amostra (A3)	50% Resíduo de pneu Amostra (A4)
Cimento	4,0 litros	4,0 litros	4,0 litros	4,0 litros
Areia	24,0 litros	21,6 litros	16,8 litros	12,0 litros
Pneu	---	2,4 litros	7,2 litros	12,0 litros
Água	2,0 litros	2,0 litros	2,0 litros	2,0 litros

Fonte – Antonio Furlanetto Neto 2011

A confecção das formas, e o enchimento das mesmas com argamassa nas amostras A1, A2, A3 e A4, com acabamento em piso de cerâmica pode ser visualizado na figura 7 abaixo.

Figura 7 - Forma, argamassa, amostras e amostras com cerâmica.



Fonte: Antonio Furlanetto Neto 2011.

2.3 LOCAL DOS ENSAIOS DA PESQUISA EXPERIMENTAL

Os ensaios das amostras foram efetuados no condomínio Felipe Schmidt, conforme figura 8, localizado na Rua Felipe Schmidt, 333 em Criciúma-SC no sábado 22/10/2011 às 9:00h quando a obra estava parada portanto o nível de ruídos de terceiros era inexistente.

A etapa da construção se encontrava em estado apropriado para os ensaios, com laje pré-moldada 12 cm sem contrapiso, à espessura da laje não entrou em questão já que o direcionamento da análise era de efeito comparativo das amostras.

As quatro amostras foram levadas até o décimo andar, o ambiente escolhido foi um banheiro central em que no momento se encontrava em estado silencioso, sendo que o decibelímetro oscilava entre 40 á 45 dB, e após o isolamento das aberturas baixou de 35 á 40 dB com a temperatura de 23,5 °C, o horário e ambiente estava adequado para extrair números bem confiáveis em decibel sobre as amostras.

Figura 8 – Condomínio Felipe Schmidt, 333



Fonte: <http://www.criciumaconstrucoes.com/> acesso em 25/10/2011

2.4 MÉTODOS DAS MEDIÇÕES DO RUÍDO DE IMPACTO

As medições em ambientes internos devem ser efetuadas a uma distância de no mínimo 1 m de quaisquer superfícies como paredes, teto, pisos e móveis conforme NBR 10151 de 2000.

As metodologias especificadas nas Normas Internacionais ISO 140/ VI e ISO 717-2 que permitiu fazer a medição do comportamento acústico das amostras

quando submetido ao impacto, e atendendo especificações da norma ABNT NBR 15575-3 de 2008.

Devido a falta de recursos como: Laboratório de acústica, máquina geradora de impacto entre outros, foi utilizado método de simulação de impacto acústico com a queda de uma esfera de aço com 3,5 cm de diâmetro, a 80 cm de altura sobre cada uma das amostras localizada no banheiro superior e denominado emissor do impacto. E, de posse de um decibelímetro foi analisado o nível do ruído na banda de frequência de referência 500 Hz, no banheiro abaixo, direcionado no nível do impacto e designado receptor de ruídos á 1,60m de altura, após cada queda extraia-se o ruído máximo captado pelo aparelho, cada amostra teve uma repetição de seis ensaios, para se obter uma média, o uso de 500 Hz, é devido à melhor disposição das frequências de uma radiação de ordem crescente ao ser humano e sofrerem menor interferência do som do ambiente.

2.4 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA O ENSAIO

- **Decibelímetro** – Analisador solo, tipo II, marca MSL-1325, com seu software próprio para ruído de impacto, microfone próprio do equipamento, de propriedade da UNESC, fornecido pelo LabCons da arquitetura, conforme figura 9.
- **Esfera metálica** – Esfera de aço diâmetro 3.5cm para produzir o ruído localizado sobre as amostras, um material resistente sem sofrer deformação durante as quedas, para não ocasionar diferença no som produzido, ver figura 10.

Figura 9 - Decibelímetro



Fonte – Antonio Furlanetto Neto 2011.

Figura 10 - Esfera de aço



Fonte – Antonio Furlanetto Neto 2011

- **Suporte para queda da esfera** - O suporte ficou a uma altura de 80 cm da amostra, para se obter uma queda pontual da esfera sempre da mesma altura, conforme figura 11.
- **Pedestal com decibelímetro no local receptor do ruído** – Pedestal posicionado sob a amostra no andar imediatamente abaixo com o decibelímetro a uma altura de 1,60 metros, para fazer a leitura do ruído de impacto, conforme figura 12.

Figura 11 – Suporte para ensaio



Fonte: Antonio Furlanetto Neto 2011.

Figura 12 – Pedestal.



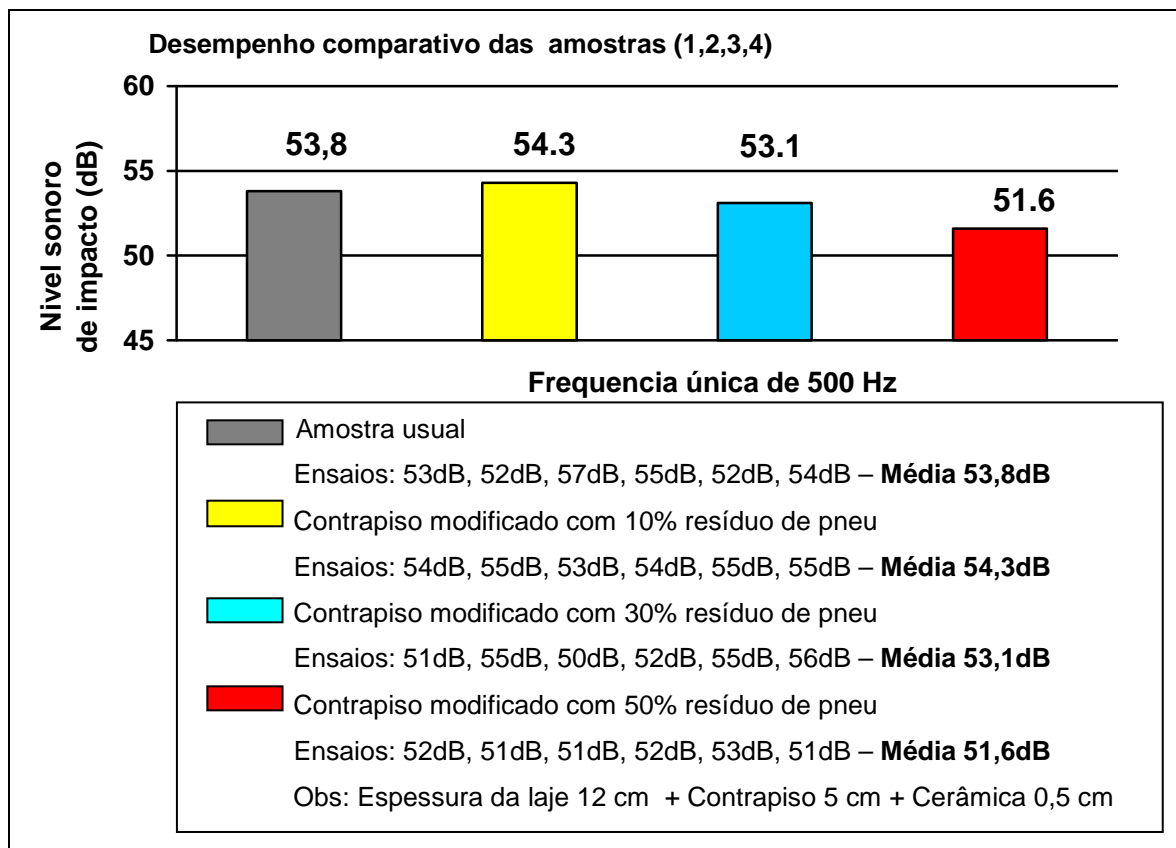
Fonte: Antonio Furlanetto Neto 2011.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme exposto, foram realizados quatro ensaios de medição do ruído de impacto em amostras de contrapiso de dimensões de 60 cm x 60 cm com 5 cm de espessura, com seis repetições cada amostra, primeiramente com a amostra usual A1 que possui na sua composição o traço 1:6 extraiu-se um valor referência de serviu de efeito comparativo com os resultados das demais amostras A2, A3 e A4, com adição de resíduos de pneus na ordem de 10%, 30% e 50%. E após discute-se os resultados dos experimentos e os efeitos dos mesmos com o uso de resíduos de pneus conforme figura 13.

3.1 ANÁLISE DO DESEMPENHO MÉDIO DA AMOSTRA USUAL A1 e A2, A3, A4.

Figura 13 - Análise da amostra A1 comparando com A2, A3, A4.



Fonte – Antonio Furlanetto Neto 2011.

3.2 DISCUSSÕES

- O primeiro ensaio realizado foi da amostra A1, sem misturas de resíduos de pneus, após seis ensaios chegou-se a um resultado médio de 53,8 dB, este valor servirá de efeito comparativo com as demais amostras.
- O segundo ensaio realizado foi da amostra A2, com uma mistura de 10% resíduos de pneus em substituição ao agregado miúdo, após seis ensaios chegou-se a um resultado médio de 54,3 dB, esta amostra não demonstrou uma diferença considerável, pois ficou com desempenho abaixo da usual em 0,5dB (meio decibel).
- O terceiro ensaio realizado foi da amostra A3, com uma mistura de 30% resíduos de pneus em substituição ao agregado miúdo, após seis ensaios chegou-se a um resultado médio de 53,1 dB, esta amostra obteve um ganho de 0,7dB, em relação a usual ficando com o rendimento também acima da amostra com 10% em 1,2dB.

- O quarto ensaio realizado foi da amostra A4, com uma mistura de 50% resíduos de pneus em substituição ao agregado miúdo, após seis ensaios chegou-se a um resultado médio de 51,6 dB, esta amostra obteve um ganho de 2,2dB, em relação a usual e ficando com o rendimento superior da amostra com 10% de resíduos em 2,7dB e em relação a de 30% de resíduos 1,5dB, confirmando assim para a amostra com 50% de resíduos de pneus o melhor rendimento.

4. CONCLUSÕES

Esta análise apresentou e discutiu os resultados de medições de três amostras de contrapiso confeccionados com adição de resíduos de pneus comparando-as com uma amostra de contrapiso usual, quanto ao isolamento acústico devido ao ruído de impacto, para possível aplicação em lajes de edifícios residenciais e comerciais. A laje onde foi testada a amostra foi pré-moldada mas poderia ser qualquer outra já que o objetivo foi de efeito comparativo do contrapiso, de maneira geral, com relação aos níveis sonoros de impacto medidos nas amostras de contrapiso no interior de um banheiro em um edifício em construção pode-se concluir que:

1. Comparando os níveis sonoros de impacto dos quatro tipos de amostras avaliadas, A1 usual, A2 com 10% de resíduos, A3 com 30% de resíduos e A4, com 50% de resíduos, analisadas sobre uma laje pré-moldada, a variação entre o melhor e o pior desempenho foi de 51,6 dB para a amostra com 50% de resíduos e 54,30 dB para amostra com 10% de resíduos.
2. Os resultados respaldam uma ordem de atenuação de impacto na ordem decrescente, ou seja, quanto mais resíduo acrescentado na amostra menor passagem do ruído no ambiente receptor, ficando a amostra de 10% de resíduos a que não apresentou desempenho acústico.
3. O melhor desempenho foi da amostra A4, com 50% de resíduos que obteve 2,2dB de ganho superior à amostra A1, usual em construção, mas se tratando de decibel e pela alta fração de resíduos de pneus adicionada, substituindo a metade do agregado miúdo (areia), não pode ser considerado um ganho expressivo a comemorar.

4. Diante das análises expostas conclui-se que o uso de resíduos de pneus para isolar o ruído de impacto não é viável devido ao baixo nível de atenuação em termos de (dB), e a alta fração de resíduos em adição. Todavia o uso de 10% de resíduos de pneus mesmo não apresentando mudança no desempenho acústico do contrapiso, pode ser utilizado contribuindo-se assim para retirada de resíduos de pneus que agride nosso ambiente natural e, diminui a exploração do agregado miúdo que é um recurso natural.

5. REFERÊNCIAS

Alves, G.S.; Cruz, A.L., 2007. Asfalto-borracha – **Uma Inovação na Tecnologia Aliada ao Meio Ambiente**. Trabalho de Conclusão de Curso, Coordenação de Construção Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, Goiânia, GO.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575-3: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho - Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos. Brasil, 2008. 37p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.151: Medições no interior de edificações. Brasil, 2000. §5.3.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO717-2: Acoustics: rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part II: Impact sound insulation. Genève, Switzerland, 1996. 12p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). ISO 140. Part 7: Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Field measurements of impact sound insulation of floors, 1998.

Kiss, P., 1999, "**Muito Barulho por Tudo**", revista de Tecnologia de Construção técnica, n.º 43, nov./dez, pg. 30 – 33.

Monteiro, J.H.P. et al, 2001. Gestão integrada de resíduos sólidos: **manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, RJ: IBAM, 2001. p.31. Disponível em: <http://www.ibam.org.br/publique/media/manual_RS.pdf> Acesso em: 06 de setembro de 2011.

PAZ, G.S.; SANTOS, J.L.P. **Uso da casca de arroz e pó de pneu no isolamento do ruído de impacto**, In XX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, 10, 2002, Rio de Janeiro. **Annais do II Simpósio Brasileiro de Metrologia em Acústica e Vibrações**. Rio de Janeiro: (s.n), 2002, p. 1-6.

SILVA, Perides. **Acústica Arquitetônica**. Belo Horizonte: EDTAL, 2005.

Souza, F. P., 2000, "**Efeito do Ruído no Homem Dormindo e Acordado**", Acústica e Vibrações, Nº 25, julho 2000, pg. 2-17

VII Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental Inventário **das Fontes Geradoras de Pneus inservíveis de Criciúma, SC**. Centro de Eventos da PUCRS. Porto Alegre, RS.

Zavarize, Nilomar. **Análise das propriedades do concreto com adição de borracha reciclada de pneus**. 2008 p.93. (TCC) – Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), 2008.